# COMPTE RENDU

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1867.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

**M. le Président** fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. Jobert de Lamballe*, décédé à Paris le 19 avril.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes de courbes d'ordre quelconque. — Courbes exceptionnelles; par* **M. Chasles**.

« Il existe entre les deux caractéristiques $\mu$, $\nu$ d'un système de courbes et l'ordre $m$ des courbes, deux relations dans lesquelles peuvent entrer certains termes relatifs aux points singuliers et aux tangentes multiples des courbes. Ces relations, telles que je les ai démontrées (1), contiennent chacune un terme dans lequel manque un facteur. C'est une erreur à rectifier. Les deux relations doivent être ainsi :

$$2\mu(m-1)-\nu = rr'(r'-1)+s(s'-1),$$
$$2\nu[m^2-m-1-r(r-1)]-\mu = d+2d'+tt'(t'-1)+2i).$$

» On suppose : 1° que toutes les courbes ont un point multiple d'ordre $r'$,

(1) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 325.

et que le lieu de ces points est une courbe d'ordre $r$; 2° qu'une des courbes du système possède une branche d'ordre $s$ qui soit multiple d'ordre $s'$ (c'est-à-dire qui soit l'ensemble de $s'$ courbes égales, coïncidentes); 3° qu'indépendamment de leur point multiple d'ordre $r$, $d$ courbes possèdent un point double, et $d'$ courbes un point de rebroussement; 4° que toutes les courbes ont chacune une tangente multiple d'ordre $t'$, et que toutes ces tangentes multiples enveloppent une courbe de la classe $t$; 5° enfin, que toutes les courbes ont une tangente d'inflexion, et que ces tangentes enveloppent une courbe de la classe $i$, indépendamment des autres tangentes d'inflexion que chacune des courbes peut posséder.

» Ce sont les facteurs $r'$ et $t'$ qui ont été omis dans mes formules. C'est à l'obligeance de M. Zeuthen que je dois cette remarque. L'erreur est manifeste. Pour la première formule, on cherche l'expression de $\nu$, connaissant $\mu$. Plusieurs démonstrations se présentent sans difficulté. On fait, par exemple, ce raisonnement : Par un point $x$ d'une droite L passent $\mu$ courbes qui coupent L en $\mu(m-1)$ points $u$. Donc il existe $2\mu(m-1)$ points $x$ qui coïncident chacun avec un point $u$ correspondant. Ces points appartiennent aux courbes tangentes à L, moins ceux qui forment des solutions étrangères. Lorsque $x$ est en un des $r$ points d'intersection de L et de la courbe d'ordre $r$, lieu des points multiples d'ordre $r'$ de toutes les courbes du système, par ce point passent $\mu$ courbes, dont une a un point multiple d'ordre $r'$. Si le point $x$ est considéré comme appartenant à une des branches de la courbe, il lui correspond $(r'-1)$ points $u$ appartenant aux $(r'-1)$ autres branches, et coïncidant avec $x$, ce qui fait $(r'-1)$ solutions étrangères; et le point $x$ devant être considéré comme appartenant successivement aux $r'$ branches de la courbe, il s'ensuit qu'il y a $r'(r'-1)$ solutions étrangères. Mais il existe sur L, $r$ points semblables, ce qui fait donc $rr'(r'-1)$ solutions étrangères.

» On reconnaît de même que le terme relatif aux tangentes multiples dans la seconde formule doit contenir le facteur $t'$, et être $tt'(t'-1)$.

» Après cette rectification, je passe à l'objet principal de la présente communication, qui concerne les courbes *multiples* que peut renfermer un système d'ordre quelconque, courbes que j'appellerai *exceptionnelles*.

» *Courbes exceptionnelles*. — Lorsqu'on trouve pour solution d'une question une courbe, par exemple du quatrième ordre, il peut arriver, dans certains cas particuliers de la question, que cette courbe soit l'ensemble de deux coniques, et même que les deux coniques coïncident et forment

ainsi une conique *double*. Ce résultat est naturel et ne donne lieu à aucune observation.

» Mais la chose n'est pas aussi simple quand la courbe représentée par deux coniques coïncidentes appartient à un système de courbes du quatrième ordre; car ces courbes satisfont toutes à treize conditions communes, conditions qui servent à déterminer chacune d'elles. Il faut donc que la courbe exceptionnelle formée de deux coniques coïncidentes satisfasse aux conditions communes. Or cette courbe, qui est une conique, ne peut satisfaire qu'à cinq des treize conditions. Il est vrai qu'il peut arriver que quelques-unes de ces conditions comptent chacune pour plusieurs : par exemple, que les courbes du système aient toutes un point double commun, qui compte pour trois points simples, donc pour trois conditions; la conique qui passera par ce point satisfera à ces trois conditions, et il y aura à satisfaire encore à dix autres conditions. Il faut donc qu'il y ait quelque autre élément qui représente, conjointement avec la conique, l'*être géométrique* qui satisfait aux dix conditions.

» C'est ainsi que dans un système de coniques, il existe en général des couples de droites et des couples de points qui représentent des coniques, parce que deux droites, de même que deux points, peuvent satisfaire aux quatre conditions du système.

» Nous avons dit, pour fixer les idées, que deux points représentaient un conique *infiniment aplatie*. Cette expression convient bien aux deux caractères distinctifs d'une conique, savoir, que par un point on peut lui mener deux tangentes, lesquelles sont les droites menées par les deux sommets, et qu'une droite coupe la courbe en deux points, lesquels sont ici infiniment voisins.

» On peut dire encore qu'une conique représentée par deux points est un *être géométrique* formé d'une droite double représentant deux droites coïncidentes, et de deux points situés sur la droite, avec cette condition que toute droite menée par un des deux points sera considérée comme une tangente à cet *être géométrique*.

» La considération d'une conique infiniment aplatie induit à penser qu'une conique qui fait partie d'un système de courbes du quatrième ordre doit être considérée comme composée d'arcs, qui représentent, en quelque sorte, des croissants infiniment aplatis dont les pointes seraient des sommets; de sorte que toute droite passant par un sommet serait une tangente.

» On peut croire que, lorsqu'on s'occupera de la question de déterminer les courbes du quatrième ordre satisfaisant aux quatorze conditions de passer

par des points et de toucher des droites, on pourra trouver ainsi, pour des positions particulières des données de la question, l'ensemble d'une conique double et de certains points représentant des *sommets*, de même qu'on trouve, dans la construction d'une conique, l'ensemble d'une droite et de deux points situés sur la droite : ce qui arrive, par exemple, dans le cas d'une conique qui doit toucher quatre droites et passer par un point donné, lorsque ce point est situé sur une diagonale du quadrilatère formé par les quatre droites.

» Le nombre de ces *sommets* satisferait à la condition que la courbe ainsi représentée admît le même nombre de tangentes menées par un point, que les autres courbes du système (en regardant comme tangentes multiples les droites menées par les points multiples de chaque courbe); ce qui serait un second caractère commun aux courbes du système.

» Il est à remarquer que les systèmes de surfaces du second ordre offrent un exemple d'un *être géométrique* représentant une surface du système, de même que deux points représentent une conique : c'est l'ensemble de deux plans et de deux points situés sur l'arête, intersection des deux plans. Ce système de deux plans et de deux points peut satisfaire à huit conditions. Voilà pourquoi il peut représenter une surface. Tout plan mené par l'un des deux points est un plan tangent à la surface : de sorte que par une droite on peut mener deux plans tangents à la surface. C'est en faisant constamment usage de cette considération, que j'ai déterminé, par des démonstrations rigoureuses, les caractéristiques de tous les types de systèmes de surfaces du second ordre (1). M. Zeuthen, dans une communication à l'Académie des Sciences de Copenhague, avait aussi remarqué ce système de deux plans et de deux points, qui lui a été utile de même pour la détermination des caractéristiques des surfaces qui satisfont à huit conditions simples, et forment la XVIII[e] classe de mon Mémoire (2).

» D'après les considérations précédentes, je désirais former des systèmes de courbes du quatrième ordre, dans lesquels une des courbes serait une conique double, et où l'on reconnaîtrait la nécessité de regarder certains points comme des *sommets* par lesquels passeraient des tangentes de la courbe. Pensant que quelques systèmes de surfaces du second ordre pourraient donner, par la projection de leurs courbes d'intersection, les exemples que je désirais, j'ai eu recours à M. de la Gournerie, très-familiarisé,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 405.

(2) Voir *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2[e] série, t. V, p. 540.

comme on le sait, avec les conceptions de l'espace, et parfaitement au courant, du reste, de la théorie de ces systèmes de courbes. Cet habile géomètre m'a communiqué les deux exemples suivants, qui me paraissent résoudre la question.

» Soient trois axes rectangulaires $Ox$, $Oy$, $Oz$; dans le plan $xy$ une conique A, qui coupe $Oy$ en deux points $a$, $a'$; et dans le plan $zy$ une conique B ayant la corde $aa'$ pour axe. Ces deux coniques déterminent un système de surfaces U du second ordre.

» Concevons dans le plan $zy$ une conique C ayant un de ses axes sur $Oy$; de sorte que les deux coniques B, C se coupent en quatre points dont les projections sur $Oy$ coïncident en deux points $c$, $c'$. Enfin, que cette conique soit la base d'un cylindre ayant ses arêtes parallèles à $Ox$.

» Ce cylindre coupe les surfaces du système suivant des courbes du quatrième ordre, dont les projections sur le plan $xy$ forment un système de courbes du quatrième ordre ayant deux points doubles en $c$, $c'$. Ces courbes satisfont toutes à sept conditions communes indépendamment des deux points doubles. Par une droite L, parallèle à $Oz$, on peut mener huit plans tangents à chaque courbe d'intersection du cylindre et d'une surface du système. Les traces de ces plans sur $xy$ sont huit tangentes de la courbe du quatrième ordre projection de cette intersection.

» Parmi les surfaces U, il y en a une pour laquelle le plan $xy$ est un plan diamétral principal, de même que pour le cylindre. Il s'ensuit que la courbe d'intersection de cette surface et du cylindre a pour projection une conique double Σ, représentant une courbe du quatrième ordre. Cette conique passe par les deux points $c$, $c'$, et doit satisfaire à sept autres conditions, dont trois sont nécessaires pour la déterminer, et quatre serviront pour déterminer sur cette conique quatre points tels, que toute droite menée par un de ces points sera la trace d'un plan vertical tangent à la courbe de l'espace, dont la conique est la projection. Ces quatre points sont les intersections de la conique A et des deux arêtes du cylindre contenues dans le plan $xy$ : car les tangentes en ces quatre points à la courbe à double courbure dont la conique est la projection, sont normales au plan $xy$, de sorte que tout plan mené par une de ces tangentes est tangent à la courbe, et la trace de ce plan représente une tangente à la projection de la courbe, c'est-à-dire à l'ellipse Σ.

» On a donc un système de courbes du quatrième ordre, dans lequel une conique double, et quatre points pris convenablement sur la courbe, satisfont aux conditions communes du système.

» Soient trois axes rectangulaires $Ox$, $Oy$, $Oz$; une droite D dans le plan $xy$; un point $\theta$ sur cette droite; un point I dans l'espace; et deux coniques A, A', dans le plan $yz$, ayant leur centre commun en O, et leurs axes dirigés suivant $Oy$ et $Oz$. Ces coniques se coupent en quatre points, qui se projettent sur $Oy$, en deux points $c$, $c'$.

» Concevons un plan K passant par la droite D. Il existe une surface U passant par la conique A, et par le point I, et tangente au plan K en $\theta$ de la droite D. De même, il existe une surface U' passant par la conique A' et par le point I, et tangente au plan K en $\theta$. Ces deux surfaces se touchent en $\theta$, et se coupent donc suivant une courbe du quatrième ordre qui a un point double en ce point $\theta$ : la projection de cette courbe sur le plan $xy$ est une courbe du quatrième ordre $\Sigma$ ayant aussi un point double en $\theta$, et, en outre, deux points doubles en $c$ et $c'$, parce que la courbe gauche du quatrième ordre passe par les quatre points d'intersection des deux coniques A, A', dont les projections coïncident deux à deux en $c$ et $c'$. Ainsi la courbe plane du quatrième ordre a trois points doubles.

» Si le plan K tourne autour de la droite D, on obtient une autre courbe du quatrième ordre $\Sigma'$. On a donc ainsi en projection des courbes du quatrième ordre ayant trois points doubles communs, et auxquelles on peut mener par un point six tangentes.

» Lorsque le plan K est perpendiculaire au plan $xy$, les deux surfaces U, U', qui lui sont tangentes en $\theta$, ont le plan $xy$ pour plan diamétral principal, et la projection de leur courbe d'intersection est une conique V. Les traces des deux surfaces U, U' sur le plan $xy$ sont deux coniques qui se touchent en $\theta$, et ont deux points d'intersection $v$, $v'$ sur la conique V. Les tangentes à la courbe d'intersection des deux surfaces aux deux points $v$, $v'$ sont perpendiculaires au plan $xy$, et tout plan vertical mené par un de ces points est tangent à la courbe; sa trace représente donc une tangente à la conique V, projection de cette courbe.

» Les courbes du système ont trois points doubles en $c$, $c'$ et $\theta$, ce qui équivaut à neuf conditions; elles satisfont donc à quatre autres conditions. La conique V passe aussi par les trois points $c$, $c'$ et $\theta$, et doit satisfaire aux quatre conditions du système. Or elle est tangente à la droite D en $\theta$, et elle passe par la projection du point I, de même que toutes les courbes du système. Elle est donc déterminée; mais il faut satisfaire encore à deux conditions : ce sont ces deux conditions qui fixent sur la courbe la position des deux points $v$, $v'$, qui jouissent de la propriété que toute droite

menée par un de ces points est la trace d'un plan vertical tangent à la courbe de l'espace dont la conique est la projection.

» Ainsi, voilà un exemple d'un système de courbes du quatrième ordre dans lequel se trouve une conique double, et deux points $v$, $v'$ sur cette conique tels, que toute droite menée par un de ces points sera considérée comme une tangente de la projection de la courbe de l'espace.

» Ces exemples d'une courbe multiple qui, avec certains points déterminés sur la courbe, forme en quelque sorte un *être géométrique* jouissant des propriétés communes à toutes les courbes d'un système, mettront sans doute sur la voie d'autres systèmes, qu'on formera soit avec des surfaces d'un ordre supérieur, soit directement par des considérations de géométrie plane.

» Ainsi, par exemple, que des courbes du quatrième ordre doivent avoir trois points doubles $a$, $a'$, $a''$, passer par deux points $b$, $b'$, et avoir un double contact avec une droite D, la conique $\Sigma$, menée par les cinq points $a$, $a'$, $a''$, $b$, $b'$, représentera une conique double ayant deux *sommets* et faisant partie du système : les deux sommets seront les points où la conique coupe la droite D. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les mouvements spontanés du* Colocasia esculenta, Schot; *par* **M. H. Lecoq.**

« Il existe bien peu de végétaux dont les organes n'exécutent pas spontanément des mouvements divers, et nous distinguons ici ces mouvements de ceux qui sont le résultat d'une provocation quelconque et que les botanistes désignent sous le nom d'*irritabilité*. La plupart des mouvements spontanés tiennent à l'évolution plus ou moins rapide des organes, et l'œil ne peut les suivre. Nous ne connaissons que l'*Hedysarum gyrans* dont les feuilles, ou plutôt les deux folioles latérales, soient animées de mouvements réguliers et visibles à chaque instant. Je puis ajouter un nouvel exemple d'oscillation spontanée; il m'a été offert par le *Colocasia esculenta*, Schot.

» Le 13 janvier 1867, en traversant ma serre chaude, je crus remarquer un léger mouvement sur une feuille de *Colocasia*. Je l'attribuai d'abord au déplacement de l'air par mon passage, mais un examen plus attentif me démontra que le mouvement appartenait, non-seulement à la feuille que j'avais fixée, mais encore à quatre autres feuilles, la plante n'en ayant que cinq en tout. Une feuille plus petite que les autres, ayant au moins une année d'existence, s'agitait comme les plus jeunes. C'était, pour toutes, une

sorte de frémissement régulier et tellement sensible, que les feuilles de *Colocasia* le communiquaient aux plantes voisines.

» Tous les jours, à partir du 13 janvier, j'observai attentivement ce pied de *Colocasia*, unique dans ma serre, et je notai les phases de son agitation. Ces phases n'avaient rien de régulièrement périodique. Quelquefois l'agitation persistait le jour et la nuit; le plus souvent, elle avait lieu de 9 heures à midi, puis elle s'affaiblissait. La plante avait aussi des jours entiers et même des semaines de repos absolu. L'idée me vint alors, pour être averti des heures et des périodes de mouvement, de fixer sur ma plante un certain nombre de grelots, lesquels n'étaient pas toujours assez secoués pour sonner, mais ne manquaient jamais de m'avertir des grandes crises.

» C'est ainsi que, le 18 janvier, l'agitation commença à 2 heures du matin et continua pendant une grande partie de la matinée. Les grelots tintaient, et les feuilles du *Colocasia* frappaient sur les plantes voisines assez fort et assez distinctement pour que je pusse, à l'aide d'une montre à secondes, compter les pulsations, qui étaient de 100 à 120 par minute.

» Plusieurs fois j'aï pu constater de violents accès, entre autres le 20 janvier et le 2 mars. Ce dernier jour, le matin, bien que la température de la serre se soit abaissée à 7 degrés, l'agitation est considérable sur toutes les feuilles, tant anciennes que nouvelles, sans exception; c'est un véritable mouvement fébrile, un violent frémissement. Il est surtout sensible sur les bords ondulés des feuilles et sur les deux oreillettes dressées, qui ne sont autre chose que le prolongement du limbe au delà du pétiole. Ces bords et ces oreillettes sur lesquels roulent les grelots sont agités d'un fort tremblement. Les pulsations, toujours au nombre de 100 à 120 par minute, ont assez de force pour communiquer le mouvement au pot qui contient la plante, et, malgré son poids de 10 à 12 kilogrammes, la main et la force d'un homme ne l'empêchent pas de s'agiter. Cette agitation rhythmique est encore communiquée à une belle feuille de *Strelitzia Nicolai* et à une grande feuille de *Philodendrum pertusum*, laquelle donne aussi l'impulsion à de très-beaux groupes fleuris de *Begonia manicata*.

» Nous n'avons pu jusqu'ici reconnaître les circonstances qui semblent déterminer le mouvement, ni celles qui paraissent s'y opposer; nous avons cependant observé tous les jours pendant trois mois.

» D'abord nous pouvons presque nier l'action de la température, bien que son influence soit considérable sur le développement des Aroïdées, puisqu'elles disparaissent géographiquement des régions froides de la terre. Nous n'avons pas vu le *Colocasia* augmenter ses mouvements par une tem-

pérature de 30 degrés; nous n'avons reconnu aucun ralentissement par une température de 7 degrés.

» Est-ce le développement de la feuille nouvelle, toujours assez rapide, qui excite l'agitation? Tel nous a semblé l'effet produit par la feuille née en janvier. Le mouvement, d'ailleurs peu régulier et sans périodes réglées, a cessé dès que la feuille a atteint à peu près sa croissance. Mais, dans la feuille née au mois de février, l'agitation n'a commencé qu'après le développement presque complet du limbe; pourquoi cette différence?

» Des botanistes éminents se sont occupés de divers phénomènes physiologiques offerts par le *Colocasia esculenta;* MM. Schmit, Duchartre et Ch. Musset ont publié sur ce végétal des travaux très-importants, et se sont tous occupés de l'émission de la séve par les feuilles de cette plante. M. Ch. Musset surtout a déterminé avec précision les phases diverses de cette transpiration végétale, et a reconnu que, pendant la préfoliation, la séve était lancée à quelques centimètres par deux orifices en forme de stomates situés au sommet de la feuille. M. Musset a pu compter 85 gouttelettes projetées en une minute, nombre qui peut avoir quelque rapport avec les 100 ou 120 pulsations par minute de notre pied de *Colocasia*.

» M. Musset avait eu l'obligeance de m'envoyer son travail, et je désirais beaucoup voir comme lui les fines gouttelettes s'élancer du sommet de la feuille non déroulée. Je n'ai jamais pu les observer; de plus, les stomates du sommet n'ont jamais présenté d'ouverture. A aucune époque je n'ai pu observer une seule gouttelette suspendue à la feuille ou tombant de l'extrémité de son limbe, aucune trace d'humidité ni de transpiration. J'avais à côté, dans une serre plus froide, une touffe de *Calla æthiopica* placée dans un bassin, et chaque feuille laissait à chaque instant tomber sur l'eau le résultat de sa transpiration.

» Dans une autre serre, située aussi à Clermont, je visitai un *Colocasia* en tout semblable au mien, qui laissait parfaitement échapper ses gouttes perlées de l'extrémité de ses feuilles.

» Le mouvement si remarquable et parfois si violent de mon *Colocasia* tiendrait-il à une exception, à l'imperforation accidentelle des stomates et aux secousses incessantes d'une séve emprisonnée?

» D'un autre côté, M. Musset dit que les feuilles de son *Colocasia* offrent des reflets violets à la surface supérieure; le mien est partout d'un vert pâle; aurions-nous étudié chacun une variété différente?

» M. Musset cultivait en pleine terre, et moi en serre chaude; la diffé-

rence des stations peut avoir eu de l'influence sur les résultats. N'y aurait-il pas aussi dans ces mouvements spontanés si énergiques quelque transformation de chaleur en mouvement, comme il y a, dans les *Arum*, développement de chaleur au moment où la fécondation doit avoir lieu? »

M. **Martins** fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il vient de publier, et qui a pour titre : « Glaciers actuels et période glaciaire ».

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Géographie et Navigation, la seconde des trois places créées par le Décret impérial du 3 janvier 1866.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58 :

| | | |
|---|---|---|
| M. Reynaud obtient. . . . . . . . . . | 17 | suffrages. |
| M. d'Abbadie . . . . . . . . . . . . . . | 16 | » |
| M. Yvon Villarceau . . . . . . . . . . | 15 | » |
| M. Labrousse . . . . . . . . . . . . . | 7 | » |
| M. le Maréchal Vaillant. . . . . . . . . | 2 | » |
| M. Darondeau . . . . . . . . . . . . . | 1 | » |

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 58 :

| | | |
|---|---|---|
| M. d'Abbadie obtient. . . . . . . . . . | 21 | suffrages. |
| M. Yvon Villarceau . . . . . . . . . . | 17 | » |
| M. Reynaud . . . . . . . . . . . . . . . | 16 | » |
| M. le Maréchal Vaillant. . . . . . . . . | 2 | » |
| M. Labrousse . . . . . . . . . . . . . . | 1 | » |
| M. Reyder . . . . . . . . . . . . . . . | 1 | » |

Aucun des candidats n'ayant encore réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin, qui doit être un scrutin de ballottage entre MM. d'Abbadie et Yvon Villarceau. Le nombre des votants n'étant plus que 57 :

| | | |
|---|---|---|
| M. d'Abbadie obtient . . . . . . . . . | 29 | suffrages. |
| M. Villarceau . . . . . . . . . . . . . | 28 | » |

**M. d'Abbadie**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

## MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'écoulement des corps solides soumis à de fortes pressions; par* **M. Tresca**. (Troisième Mémoire.) (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, Combes, Delaunay.)

« La question de l'écoulement des corps solides soumis à de fortes pressions a reçu une précieuse consécration par le prix que l'Académie m'a fait l'honneur de m'accorder, et pour justifier davantage cette distinction j'ai dû considérer comme un devoir de lui faire connaître les divers sujets qu'il m'a été permis d'envisager plus récemment, dans le même ordre d'idées.

» Nous n'avions eu en vue, dans les Mémoires précédents, que les preuves de l'assimilation à établir entre les solides et les liquides dans le cas où un bloc de forme cylindrique donne naissance à un jet cylindrique d'un diamètre moindre et dont l'axe est le même que celui du bloc. Nous ajouterons même aujourd'hui que ce cas particulier de l'écoulement des corps solides n'avait été étudié que pour des blocs cylindriques de hauteur restreinte par rapport à leurs dimensions en diamètre, et par conséquent pour des jets de longueur également limitée.

» Nous avons acquis, depuis lors, des données précises sur les questions suivantes :

» Écoulement indéfini d'un bloc cylindrique par un orifice circulaire concentrique.

» Écoulement d'un bloc cylindrique par un orifice polygonal concentrique.

» Écoulement d'un bloc cylindrique par un orifice circulaire excentré.

» Écoulement d'un bloc cylindrique par plusieurs orifices.

» Écoulement d'un bloc prismatique par un orifice latéral.

» Écoulement latéral d'un bloc cylindrique par un orifice circulaire ou carré.

» Et nous avons pu nous rendre compte, au moyen de ces études préliminaires, des mouvements moléculaires déterminés dans un grand nombre

d'applications industrielles, parmi lesquelles nous citerons dès à présent les applications au laminage, à la forge, au poinçonnage et au rabotage.

» Ces indications suffiront pour bien établir que nous n'avons pas eu pour objet unique de comparer entre elles les actions produites respectivement par les forces extérieures sur les solides et sur les liquides, placés dans les mêmes conditions, mais bien de jeter quelque jour sur les effets de déformation que ces forces produisent sur les corps solides, considérés isolément, et, par voie de conséquence, sur la distribution des efforts résultant de l'action de ces forces dans l'intérieur même de la masse solide.

» Si, comme nous le croyons, les faits prouvent que quelques-uns de ces effets ont leurs analogues dans ceux de l'hydrodynamique, nous aurons apporté une preuve de plus en faveur de l'unité de constitution moléculaire des corps, sous leurs différents états, et nous aurons établi que les mouvements des liquides eux-mêmes ne sont qu'un cas particulier d'un effet plus général de l'action des forces sur un groupe quelconque de molécules, plus ou moins libres de se déplacer les unes par rapport aux autres.

» Nous sommes ainsi conduit à exprimer cette loi générale, qui paraîtra presque évidente par son énoncé même, et qui consiste en ce que toute pression exercée sur un point quelconque d'un corps se transmet dans l'intérieur de la masse et tend à y déterminer un écoulement, qui se propage de proche en proche et qui se produit nécessairement dans le sens où les obstacles à la réalisation de cet écoulement sont les moindres. »

L'auteur passe successivement en revue les résultats qui se trouvent constatés par les nombreux échantillons provenant de ses expériences; il produit des dessins à grande échelle représentant les coupes faites dans les blocs et dans les jets, coupes qui démontrent la régularité complète des phénomènes et qui font connaître pour chaque cas particulier tous les déplacements moléculaires qui sont la conséquence de chacune des déformations. Il présente en même temps un modèle en relief de la surface en laquelle se transforme, dans le cas de l'écoulement latéral, une des couches concentriques du cylindre soumis à la compression.

Il résume ensuite l'ensemble de ces faits par les conclusions suivantes :

« 1° La pression exercée par le piston sur la base supérieure de nos cylindres se transmet aux couches inférieures, et, lorsque celles-ci sont suffisamment éloignées de l'orifice, elles se déplacent parallèlement à elles-mêmes, sans déformation, par conséquent avec une vitesse commune qui

tend à faire croire que, dans la direction générale du mouvement, la différentielle de la pression est constante. Dans cette zone de non-activité, les pressions centripètes, dans une même couche, sont toutes égales entre elles, puisqu'il ne se manifeste aucun des mouvements relatifs qui seraient inévitablement la conséquence de toute inégalité entre ces pressions.

» 2° La pression en amont de l'orifice est plus grande que la pression en aval, et c'est cette différence entre les pressions exercées dans les deux couches placées à la limite entre le bloc et le jet qui détermine l'expulsion de celui-ci, et qui doit vaincre en même temps les résistances de frottement qui se développent sur le bord de l'orifice. Quand le jet reste cylindrique, il faut admettre que, dans la section de sortie, les pressions transversales se font respectivement équilibre.

» 3° Dans la zone intermédiaire, plus rapprochée de l'orifice et que l'on doit appeler la zone d'activité, les pressions sont très-inégalement réparties dans la masse, et l'exemple des jets creux nous fait voir qu'il y a même des points sur lesquels ces pressions sont nulles.

» 4° A mesure que l'effort exercé sur le piston devient plus considérable, le mode de répartition des pressions peut varier, et lorsqu'on atteint une limite qui dépend de la nature de la matière, et que l'on peut appeler la pression de fluidité pour chacune d'elles, le mode de répartition est influencé par les réactions des enveloppes, par l'absence de ces réactions sur les points non enveloppés, et elle se fait en conséquence suivant une loi géométrique, toujours la même dans les mêmes circonstances, et qui doit expliquer les diverses circonstances des déformations observées.

» 5° Il y a dans l'écoulement des solides des pertes de pression, variables dans les diverses directions, et ces pertes de pression peuvent être telles, que certaines parties de la masse soient très-peu intéressées et restent pour ainsi dire indifférentes aux mouvements qui animent toutes les molécules voisines dès le moment où la pression de fluidité a été atteinte.

» Ces conclusions auraient acquis un nouveau caractère d'évidence si nous avions pu, dans cette même communication, faire connaître à l'Académie les vues que nous nous proposons de lui présenter sur les applications industrielles qui ont pour but la déformation d'un solide et dans lesquelles l'écoulement des corps solides joue un rôle considérable. L'exposé de ces vues, dans une question où les faits doivent nécessairement être exprimés par des preuves démonstratives, nous aurait obligé à augmenter encore le nombre des échantillons dont nous craignons déjà d'avoir abusé, et, si l'Académie veut bien nous le permettre, nous aurons l'honneur de les lui pré-

senter bientôt avec les considérations qui nous semblent de nature à montrer toute l'importance de la question qui nous occupe, au point de vue des procédés industriels de la métallurgie et des explications nouvelles que comporte la pratique de ces procédés. »

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur le type d'une nouvelle famille de l'ordre des Rongeurs; par* M. Alph. Milne Edwards. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« La classe des Mammifères a été étudiée avec tant de soin et elle est aujourd'hui si bien connue, que les zoologistes n'y rencontrent que rarement des espèces nouvelles pour la science, et, en général, celles-ci trouvent facilement leur place dans les divisions génériques déjà établies.

» L'animal qui fait le sujet de ce Mémoire me semble donc devoir intéresser les naturalistes d'une façon toute particulière, car il avait échappé jusqu'ici à leurs recherches, et il diffère tellement de tous les grands genres linnéens, que, pour le faire rentrer dans les classifications méthodiques actuelles, il est nécessaire d'établir pour lui, dans l'ordre des Rongeurs, non-seulement un genre nouveau, mais même une famille spéciale. Je proposerai de le désigner sous le nom de *Lophiomys Imhausii* (1).

» Ce petit Mammifère a vécu pendant près de deux ans au Jardin d'acclimatation du bois de Boulogne; je dois à l'amitié de M. Alb. Geoffroy Saint-Hilaire d'avoir pu entreprendre cette étude, et je saisis avec empressement cette occasion pour le remercier publiquement des nombreux services de ce genre qu'il ne cesse de me rendre.

» Le *Lophiomys Imhausii* est de la taille d'un petit Lapin, mais son aspect est très-différent, car il est pourvu d'une longue queue touffue, et les poils du dos se dressent de façon à constituer une sorte de crinière longitudinale. Les poils des flancs sont également très-longs, mais retombants; il en résulte qu'ils sont séparés de la crinière par un sillon, dont le fond est occupé par des poils d'un aspect fort singulier. Ils sont d'un fauve grisâtre, couchés sur la peau, gros, aplatis, et l'examen microscopique montre que leur structure est spongieuse et que la gaîne épidermique qui les entoure constitue un véritable réseau à mailles irrégulières au milieu duquel sont disposées des fibres longitudinales. Le reste du pelage est d'une couleur mélangée de noir et de blanc.

---

(1) *Voyez* le journal *l'Institut*, numéro du 6 février 1867, t. XXXV, p. 46.

» Le pouce des pattes postérieures est bien détaché des autres doigts, et peut, en s'opposant à ceux-ci, constituer une véritable main préhensile, dont l'animal se sert pour saisir avec force les objets sur lesquels il grimpe.

» Les caractères les plus importants du *Lophiomys Imhausii* sont fournis par sa charpente osseuse et plus particulièrement par sa tête. La face supérieure de celle-ci est entièrement couverte de granulations miliaires, disposées avec une régularité et une symétrie parfaites. Aucun Mammifère n'offre une disposition analogue. En arrière des orbites, la tête est extrêmement large, mais cette disposition n'est pas due au développement de la boîte crânienne, qui en réalité est plus étroite que chez la plupart des Rongeurs; elle dépend de l'ossification des aponévroses des muscles crotaphytes qui s'étendent au-dessus des fosses temporales, de façon à s'unir aux os des pommettes et à compléter en arrière le cadre orbitaire. Je ne connais, parmi les Mammifères, aucun exemple d'un pareil mode d'organisation, et on ne trouve quelque chose d'analogue que chez certains Reptiles, et particulièrement chez la Tortue caret.

» Le système dentaire s'éloigne moins de ce qui se voit chez divers Rongeurs, et il permet de reconnaître que c'est avec les Muridés que le Lophiomys présente le plus de ressemblance. On compte à chaque mâchoire une paire d'incisives et trois paires de molaires radiculées, dont la première se compose de trois collines séparées les unes des autres par des sillons profonds. Le genre Hamster (*Cricetus*) est le seul chez lequel on observe une disposition des replis de l'émail semblable à celle du Lophiomys.

» L'étude du squelette de notre Rongeur offre un grand nombre de faits intéressants à signaler, mais je ne puis m'y arrêter en ce moment, et je me bornerai à mentionner l'état d'imperfection extrême de ses clavicules, qui sont suspendues dans les chairs à l'état de stylets osseux, et le nombre considérable des vertèbres dorsales; on compte, en effet, seize de ces osselets, tandis que dans la majorité des cas il n'en existe que treize.

» L'estomac du Lophiomys est très-remarquable : il est uniloculaire, et présente en dedans deux replis cristiformes, festonnés sur leur bord libre, qui s'étendent parallèlement depuis l'orifice œsophagien jusqu'à l'origine de la portion pylorique. Ces replis circonscrivant un sillon profond qui par le rapprochement de leurs bords peut se transformer en une gouttière à l'aide de laquelle les aliments liquides peuvent couler de l'œsophage jusque dans le voisinage du pylore, sans tomber dans la cavité générale. Cette disposition est fort remarquable et ne semble pouvoir être comparée qu'à la gouttière sous-œsophagienne des Ruminants.

» Sur le bord inférieur de l'estomac on remarque dans la cavité abdominale un grand appendice en forme de doigt de gant qui débouche près du pylore par un orifice entouré d'une sorte de sphincter. Les parois de ce diverticulum sont épaisses, comme veloutées, et leur surface interne est criblée d'une multitude de pores qui sont les orifices d'autant de tubes sécréteurs. Ceux-ci vus au microscope paraissent cylindriques, longs et fort étroits; leur diamètre n'est que d'environ $\frac{1}{20}$ de millimètre; ils sont parallèles, très-serrés les uns contre les autres, et ne présentent ni ramifications ni renflement initial. L'estomac d'aucun Mammifère n'offre une disposition semblable. Par sa forme, l'appendice en doigt de gant rappelle un peu les cœcums pyloriques des Poissons, mais il me paraît dépendre plutôt de la localisation des glandes pepsiques qui, au lieu d'être comme d'ordinaire disséminées dans l'épaisseur des parois de l'estomac, seraient concentrées dans un organe appendiculaire particulier.

» L'intestin grêle n'offre rien de remarquable, mais la disposition du pancréas mérite d'être signalée. Les canaux excréteurs de cette glande, au lieu de déboucher directement dans l'intestin, versent leurs produits dans le canal cholédoque, et c'est par l'intermédiaire de celui-ci que le suc pancréatique arrive dans le duodénum.

» Le cœcum a la forme d'un sac subcylindrique, mais il est loin d'être aussi développé que chez la plupart des Rongeurs.

» L'appareil génital mâle du Lophiomys ressemble plus à celui du Hamster qu'à celui d'aucune autre espèce du même ordre.

» Les détails zoologiques et anatomiques qui précèdent suffisent pour montrer que le *Lophiomys Imhausii* s'éloigne considérablement de tous les types de Rongeurs déjà connus, et il me paraît indispensable d'en former non-seulement un genre, mais une famille nouvelle, car les particularités de structure que l'on y rencontre ont une valeur zoologique supérieure à celles qui ont servi de bases à l'établissement des autres groupes secondaires de l'ordre des Rongeurs, soit qu'on ait appelé ceux-ci tribus ou familles. Je ne puis donner aucun renseignement précis sur la patrie du Lophiomys. Il a été acheté, en 1865, à Aden, par M. Imhaus, receveur général des finances. Il est donc probable qu'il provient, soit de l'Arabie méridionale, soit de la côte d'Afrique située vis-à-vis, c'est-à-dire de la Nubie ou de l'Abyssinie. Malheureusement M. Imhaus ne put tirer du propriétaire de l'animal aucune indication qui ait pu servir à éclaircir cette question. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation des gypses et des dolomies;* *par* **M. T. Sterry Hunt.**

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note sur l'origine des gypses et des dolomies. Dans cette Note, qui a paru dans le *Compte rendu* de la séance du 23 mai 1859, j'ai fait voir que la réaction qui a lieu entre le bicarbonate de chaux et le sulfate de magnésie en dissolution donne du sulfate de chaux et du bicarbonate de magnésie. Une décomposition analogue se produit avec le sulfate de soude, de sorte que l'eau renfermant du sulfate sodique ou du sulfate magnésique, et chargée d'acide carbonique, peut dissoudre deux fois autant de carbonate de chaux que l'eau pure imprégnée du même acide. J'ai aussi fait voir que l'alcool précipite de ces solutions sulfatées toute la chaux à l'état de sulfate, et qu'une solution renfermant à la fois du sulfate de chaux et du bicarbonate de magnésie, laisse déposer, par une évaporation lente, du gypse d'abord et plus tard du carbonate hydraté de magnésie. Or, comme les sources naturelles renferment constamment du bicarbonate de chaux, il était évident que dans leur mélange avec l'eau de mer, évaporant dans des bassins limités, on avait une explication fort simple de l'origine des gypses, et en même temps des sédiments magnésiens qui les accompagnent presque toujours.

» Restait encore à trouver l'origine du carbonate de magnésie qui se rencontre si abondamment dans la nature à l'état de dolomie, sans être accompagné de gypse. La source première de tous les carbonates se trouve, comme j'ai cherché à faire voir, dans la décomposition des silicates primitifs, aidée par l'acide carbonique atmosphérique, et donnant lieu surtout à des carbonates de chaux et de soude. Ce dernier décomposait le chlorure calcique, qui, comme j'ai fait voir, existait en très-forte proportion dans l'océan primitif. Le carbonate ou le bicarbonate de soude, en effet, précipite d'abord toute la chaux à l'état de carbonate presque pur, et il ne se forme que plus tard du carbonate de magnésie, qui se sépare par la suite, mélangé ordinairement avec du carbonate de chaux, qui accompagne presque toujours les eaux naturelles natrifères. Les dépôts de carbonate magnésien ne peuvent donc avoir lieu que dans des bassins restreints, dont les eaux ont d'abord été privées de sels solubles de chaux; tandis que les

calcaires sont des sédiments normaux, les dolomies, comme les gypses et le sel gemme, ne se produisent que dans des conditions exceptionnelles.

» Mais si telle est l'origine des carbonates calcaires et magnésiens, comme j'ai essayé de le faire voir dans une Note insérée dans le *Compte rendu* du 9 juin 1862, il restait encore à résoudre le problème de la production du carbonate double qui constitue la dolomie. J'ai fait voir que le procédé de Morlot ne fournissait que du carbonate de magnésie anhydre, mélangé de carbonate et de sulfate de chaux, et que, même dans l'expérience de Marignac, où le chlorure remplaçait le sulfate magnésique, le carbonate de magnésie qui se formait par la décomposition du carbonate de chaux à une température de 150 à 200 degrés centigrades, ne se combinait pas avec l'excès de ce dernier. Pour faire l'analyse de ces mélanges, je me suis servi d'un acide acétique très-faible, employé par petites portions à la fois, ce qui permet de fractionner les matières dissoutes, et de démontrer que, dans l'une et l'autre de ces réactions où l'on avait cru former de la dolomie, les carbonates de chaux et de magnésie sont pour la plus grande partie à l'état de mélange. Cependant on parvient à produire un carbonate double anhydre de chaux et de magnésie, ayant la composition de la dolomie et se dissolvant lentement et intégralement dans l'acide acétique faible. Cette combinaison se forme en chauffant doucement à 120 ou 150 degrés centigrades un mélange de carbonate de chaux et de carbonate hydraté de magnésie, comme celui que l'on obtient, par exemple, en précipitant une solution des deux chlorures par un léger excès de carbonate de soude (1). La dolomie ainsi formée se sépare facilement d'un excès soit de carbonate anhydre de magnésie, soit de carbonate de chaux, l'un de ces carbonates simples étant très-soluble, et l'autre fort peu soluble dans l'acide acétique faible, à froid, ou dans l'eau chargée d'acide carbonique. Ces résultats, constatés par moi, partie dans le *Journal de Silliman* en 1859, et partie dans le même journal du mois de juillet 1866, ne sont donc pas nouveaux; mais je les rappelle pour faire ressortir l'importance d'une expérience que j'ai faite tout récemment.

» Il est difficile d'obtenir par l'évaporation, dans les conditions ordinaires, une séparation complète du gypse d'une solution mélangée de sulfate de chaux et de bicarbonate de magnésie, et cela par le fait de la décomposition partielle de ce dernier, qui a lieu par le contact prolongé de l'air,

---

(1) Le magma ainsi obtenu passe spontanément, au bout de quelques jours, à l'état de carbonates doubles hydratés de chaux et de magnésie parfaitement cristallins. J'ai déjà analysé deux de ces composés, mais leur étude complète est encore à faire. (*Voir* le *Journal de Silliman*, juillet 1866.)

et qui donne naissance à un carbonate neutre (ou plutôt à un sesqui-carbonate) de magnésie qui décompose facilement le gypse encore dissous, en régénérant du carbonate de chaux et du sulfate de magnésie. Comme il était donc évident que la perte d'acide carbonique des solutions renfermant à la fois du bicarbonate de magnésie et du sulfate de chaux expliquait la décomposition partielle de ce dernier pendant l'évaporation, on pouvait croire que, dans une atmosphère chargée d'acide carbonique, cette décomposition n'aurait pas lieu. Cette prévision s'est vérifiée; car en exposant la solution dont on vient de parler à l'évaporation dans une atmosphère renfermant plusieurs centièmes d'acide carbonique, à côté d'un bassin de chlorure de calcium, qui servait à absorber la vapeur d'eau, j'ai vu le gypse cristallin se séparer sans mélange de carbonate de chaux, tandis que le bicarbonate de magnésie, étant plus soluble, restait sans décomposition dans les eaux mères. Or, comme on ne peut pas douter que l'atmosphère des temps primitifs ne renfermât une proportion d'acide carbonique beaucoup plus grande que celle de notre époque, et probablement tout ce qui s'est séparé depuis, tant sous la forme de carbonates de chaux et de magnésie qu'à l'état de charbon fossile, on conçoit que ces temps anciens offraient des conditions très-propres à la formation, par le procédé que je viens d'indiquer, des fortes masses de gypse qu'on trouve associées à des dolomies depuis les terrains les plus anciens jusqu'à la période tertiaire.

» Pour compléter la théorie de la formation des dolomies stratifiées, qui, d'après des études géognostiques, se sont déposées à l'état de sédiments magnésiens, il ne reste, ce me semble, qu'à déterminer les conditions de temps et de température qu'il aurait fallu pour convertir en carbonate double les mélanges de carbonates calcaires et magnésiens, résultats de la décomposition des sels solubles de la mer par les eaux naturelles chargées soit de bicarbonates de chaux et de soude réunis, soit de bicarbonate de chaux seul, et donnant lieu dans un cas à des sédiments calcaréo-magnésiens, accompagnés de gypse, et dans l'autre à de semblables sédiments associés à du carbonate de chaux, c'est-à-dire à des calcaires non magnésiens. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Études théoriques et pratiques sur l'écoulement et le mouvement des eaux.* Note de **M. Ph. Gauchler**, présentée par M. Morin. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Piobert, Morin, Combes.)

« Le Mémoire se compose de trois parties : la première traite de l'écoulement de l'eau par les orifices; la seconde du mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite, la troisième du mouvement de l'eau dans les canaux et dans les rivières. Il établit des formules théoriques pour ces divers cas, et en vérifie l'exactitude par la comparaison des résultats qu'elles fournissent avec ceux que l'expérience a donnés.

» *Première partie.* — Partant des principes généraux de la Mécanique rationnelle, j'établis l'équation du mouvement d'une molécule liquide, renfermée dans un système de vases solides. Cette équation est

$$(1) \qquad \frac{1}{2}v^2 = C + gz - \int \frac{1}{\delta}\, d\varphi + \int \frac{1}{\delta}\frac{d\varphi}{dt}\, dt,$$

en supposant l'axe des $z$ vertical et dirigé de haut en bas, $\delta$ la densité du liquide, $\varphi$ la pression éprouvée par la molécule, $g$ l'intensité de la pesanteur, $t$ le temps et C une constante.

» On en déduit l'équation du mouvement permanent

$$\frac{1}{2}v^2 = gz - \frac{1}{\delta}\varphi;$$

le théorème de Bernoulli,

$$P_0 + \frac{v_0^2}{2g} + z_0 = P_1 + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = P_n + \frac{v_n^2}{2g} + z_n;$$

et le théorème de Torricelli,

$$v = \sqrt{2gh}.$$

» Considérant ensuite le recul que subit un vase pendant l'écoulement, j'établis l'impulsion que reçoit une palette d'une courbure quelconque, par l'effet d'une lame d'eau qui y entre et en sort tangentiellement.

» La viscosité résultant d'actions mutuelles des molécules n'a pas d'influence sur l'écoulement d'un liquide quand le mouvement permanent est

établi, car le mouvement du centre de gravité d'un système est indépendant des réactions moléculaires. On peut donc appeler *degré de viscosité* le temps plus ou moins long qu'un liquide met à acquérir la vitesse due à la hauteur, lorsqu'il s'écoule par un orifice.

» Passant ensuite aux contractions, j'établis pour l'écoulement par un orifice rectangulaire l'équation connue

$$(2) \qquad Q = \frac{2}{3} m L \sqrt{rg} \left(Z^{\frac{3}{2}} - z^{\frac{3}{2}}\right),$$

où Q est la dépense, L la largeur de l'orifice, Z et $z$ les charges sur ses côtés horizontaux, et $m$ le coefficient de dépense.

» Considérant une fente mince indéfinie, comprise entre deux plans inclinés sur la verticale d'un angle $\theta$, et supposant les filets liquides convergents vers l'orifice, on trouve pour valeur du coefficient de contraction

$$K = \frac{1}{2}\left(\frac{\theta}{\sin\theta} + \cos\theta\right).$$

» Le rapport de cette valeur à celle qu'on trouverait en supposant des filets parallèles est représenté par une construction géométrique très-simple. Si la fente est plane, on a $\theta = 90$ degrés et

$$K = \frac{\pi}{4}.$$

» Pour un orifice carré, la contraction s'exerçant dans les deux sens, on a

$$K = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 = 0,617.$$

» L'équation (2), appliquée à une série d'expériences de MM. Poncelet et Lesbros, montre que pour un même orifice rectangulaire le coefficient $m$ est indépendant des pressions, pourvu que le rapport des dimensions de l'orifice n'excède pas 10. Pour les orifices carrés, l'expérience donne $m = 60$; l'effet de la contraction étant 0,617, il reste pour les effets de la courbure de la veine horizontale et du frottement la quantité 0,017.

» Il résulte des expériences de MM. Poncelet et Lesbros que si $\alpha$ est le rapport du grand côté au petit, on a pour les orifices rectangulaires

$$m = 0,60\,(1 + 0,01\,\alpha),$$

pourvu que $\alpha$ soit inférieur à 10.

» Au moment où le liquide s'écoule, il tend à entraîner avec lui le

vase d'où il s'échappe; l'effort qu'il exerce en ce sens est appelé *succion*. J'en rends compte par l'équation du mouvement permanent, et je m'en sers pour déterminer théoriquement les coefficients d'écoulement des ajutages. Pour un ajutage cylindrique de peu de longueur, le coefficient de dépense est égal à la racine carrée du coefficient relatif au même orifice percé en mince paroi.

» Après avoir déterminé l'écoulement à travers un tuyau traversé de diaphragmes percés de petits trous, le Mémoire traite l'écoulement par les déversoirs, pour lesquels il établit une formule qui rend assez bien compte des coefficients déterminés par MM. Poncelet et Lesbros.

» *Deuxième partie.* — Après avoir démontré pourquoi la formule de Prony ne pouvait pas représenter la loi du mouvement de l'eau, le Mémoire cherche à la déterminer directement par l'observation, en étudiant les expériences faites à Chaillot par feu M. Darcy, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

» Choisissant cinquante-six expériences faites par M. Darcy sur des tuyaux en fonte neuve et en fonte vieille nettoyée, j'ai étudié les variations qu'éprouvaient les différentes puissances de la pente, du diamètre et de la vitese, en passant d'une expérience à l'autre. Parti de la formule théorique

$$\int(v) = D\sqrt{I},$$

j'ai été conduit, après de longues et laborieuses recherches, à la formule

$$\sqrt{v} + \frac{1}{4} D \sqrt[4]{v} = \alpha \sqrt[3]{D} \sqrt[4]{I}, \tag{3}$$

où $v$, D et I représentent respectivement la vitesse moyenne, le diamètre de la conduite et la pente, et où $\alpha$ est un coefficient variant avec la nature de la surface intérieure du tuyau.

» La formule (3) n'est pas complète, car la vitesse devient nulle en pratique avant que la pente soit réduite à zéro, à cause de la capillarité. La formule devrait donc être

$$\sqrt{v} + \frac{1}{4} D \sqrt[4]{v} = \alpha \sqrt[3]{D} \sqrt[4]{I} - \beta,$$

où $\beta$ devrait, d'après Laplace, être de la forme $\frac{a}{D}$, $a$ étant variable avec la nature du liquide et celle de la paroi. L'erreur cependant n'est sensible que lorsque les pentes sont extrêmement petites, de sorte que la formule (3) est applicable à tous les cas qui peuvent se présenter dans la pratique.

» En appliquant cette formule aux expériences de M. Darcy, j'en conclus pour $\alpha$ les valeurs suivantes :

| Nature de la paroi. | Valeurs de $\alpha$. |
|---|---|
| Fonte neuve........................ | 6,625 |
| Fonte chargée de dépôts.............. | 5,5 |
| Tôle et bitume...................... | 7,0 |
| Fer étiré........................... | 6,4 |
| Plomb............................... | 7,0 |
| Verre............................... | 6,7 |

» Je conclus en outre de mes applications expérimentales que la loi d'écoulement est la même pour les petites et les grandes vitesses, contrairement à l'opinion de M. Darcy, et comme les tuyaux se chargent plus ou moins de dépôts, je conseillerai d'adopter généralement le coefficient 5,5 dans la pratique. L'accord est d'ailleurs remarquable entre les résultats fournis par la formule (3) et ceux de l'expérience.

» *Troisième partie.* — Pour déterminer le mouvement de l'eau dans les canaux à ciel ouvert, je me suis servi des expériences exécutées par MM. Darcy et Bazin à Dijon.

» Après avoir constaté que la loi du mouvement n'est pas la même que celle qui rend compte de l'écoulement dans les tuyaux, j'établis qu'elle n'en est pas très-différente. L'équation qui la représente est, à un terme près, la même que celle qui est applicable au mouvement de l'eau dans les conduites; elle est de la forme

$$(4) \qquad \sqrt{v} = \alpha \sqrt[3]{R} \sqrt[4]{I},$$

où R est le rayon moyen, $v$ la vitesse moyenne et I la pente. De l'application de cette formule aux nombreuses expériences de MM. Darcy et Bazin, je conclus que $\alpha$ est variable avec la nature de la paroi, mais qu'il est indépendant de la forme du profil.

» Tant que les pentes sont supérieures à 0,0007, les résultats de l'expérience sont remarquablement d'accord avec ceux du calcul. Mais quand les pentes sont inférieures à 0,0007, la loi change brusquement et on trouve alors la relation

$$(5) \qquad \sqrt[4]{v} = \beta \sqrt[3]{R} \sqrt[4]{I}.$$

» Je rends compte de cette différence en l'attribuant à un changement dans la manière dont les molécules liquides progressent. Tant que les pentes superficielles sont supérieures à 0,0007, elles sont déterminées uni-

quement par les pentes du fond, et les molécules liquides roulent les unes par-dessus les autres en vertu des lois de la pesanteur, en allant alternativement de la surface au fond. Quand la pente est inférieure à 0,0007, elle devient fonction du rayon moyen; les molécules se meuvent en vertu des pressions d'amont, et il se produit plutôt un mouvement de glissement qu'un mouvement de roulement.

» Après avoir appliqué les formules (4) et (5) à des expériences de Dubuat, Woltmann, Brünings, Baumgarten, Poirée, Emmery et Léveillé, j'ai déterminé les valeurs pratiques de $\alpha$ et $\beta$ de la manière suivante :

| Nature de la paroi. | Valeurs de $\alpha$. | Valeurs de $\beta$. |
|---|---|---|
| Maçonnerie de pierre de taille et de ciment... | de 8,5 à 10 | de 8,5 à 9 |
| Bonne maçonnerie ordinaire.............. | de 7,6 à 8,5 | de 8 à 8,5 |
| Parois en maçonnerie avec fond en terre..... | de 6,8 à 7,6 | de 7,7 à 8 |
| Rigoles en terre, sans herbes ............. | de 5,7 à 6,7 | de 7 à 7,7 |
| Rigoles en terre, avec herbes sur les talus... | de 5 à 5,7 | de 6,6 à 7 |
| Rivières .............................. | » » | de 6,4 à 7 |

» Ces formules sont assez faciles à calculer avec des Tables des carrés et des cubes. Elles doivent entrer dans la pratique des ingénieurs, comme représentant les faits naturels avec plus de vérité que toutes les autres. »

ZOOTECHNIE. — *Note sur les caractères de l'espèce et de la race et sur la non-existence d'une race de bœufs dits* niata; *par* **M. A. Sanson.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Serres, Milne Edwards.)

« En répondant aux objections que j'avais opposées à ses inductions sur l'origine tératologique de certaines races d'animaux domestiques, M. C. Dareste m'a prêté, sur les notions de race et d'espèce, des idées qui ne sont pas exactement celles que j'ai exposées. Je demande la permission de les rectifier très-sommairement, en renvoyant, pour plus ample information, aux travaux que j'ai publiés sur le sujet. (Voyez *Comptes rendus*, t. LXII, p. 1070, et t. LXIII, p. 418; *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 2e série, t. I, p. 385 et 422; *Principes généraux de la Zootechnie* et *Applications de la Zootechnie*, 4 vol., Paris, 1866 et 1867.)

» Je n'attache point, comme le pense M. Dareste, au mot *race* le sens que les naturalistes ont jusqu'à présent attaché au mot *espèce*. Il m'a paru que ces mots n'avaient pas encore, pour les naturalistes en général, un sens bien nettement défini, et que les notions qu'ils ont pour objet d'exprimer

n'étaient point les mêmes pour tous. La plupart, si je ne me trompe, ont détourné celui d'*espèce* de son sens grammatical, en y attachant une idée de temps qu'il ne comporte pas dans notre langue. J'ai cherché à mettre en évidence la loi dont les faits sont l'expression à cet égard, en essayant de démontrer, par des observations précises, que les animaux domestiques se reproduisent sous nos yeux suivant un type déterminé, qui est toujours le même pour les individus de la même souche, et qu'aucune influence, à ma connaissance, n'a pu encore faire varier d'une façon durable. D'où j'ai conclu qu'il y a autant de races ou de groupes issus de même souche, que l'on observe de types distincts par les caractères que j'ai indiqués. Le terme de *race*, ainsi défini, exprime par conséquent la notion de la succession des générations dans un type déterminé. Et dans ce cas, la notion et le terme sont parfaitement adéquats. Celui d'*espèce*, s'il est ramené à son sens véritable, au sens qu'il a dans la *Genèse*, par exemple, ne correspond qu'à la notion de distinction entre les types, distinction qui est un fait mis en évidence par celui de la *race* même. Les naturalistes l'appliquent à des groupes de types capables de donner entre eux, par l'accouplement sexuel, des suites indéfinies. Ils l'appliquent de même pour exprimer des distinctions de forme. Et c'est ce double sens du terme qui éternise les discussions sur la question de l'espèce. La notion de *genre* n'est pas mieux fixée, puisque les uns la tirent des formes anatomiques communes, avec beaucoup d'incertitude, il est vrai, tandis que les autres l'établissent sur la faculté de fécondité limitée.

» Je me suis borné à définir l'*espèce* d'après la notion qui en est le plus généralement adoptée. Le sentiment de M. Dareste sur les questions de mots ne me paraît pas devoir être encouragé, attendu que les mots, dans la science, expriment des choses toujours importantes. Un mot impropre induit en erreur. Les savants rigoureux s'en abstiennent soigneusement. Mais le fait capital qui résulte de mes recherches est celui de la permanence du type naturel. M. Dareste avance une inexactitude à cet égard, lorsqu'il dit que la seule preuve invoquée par moi est celle de l'ignorance où nous sommes de l'origine des races domestiques. J'ai passé en revue, pour les décrire et discuter leur histoire, toutes nos races véritablement naturelles et toutes celles qui sont présentées comme ayant été créées par l'influence des milieux. Cela forme la matière des volumes de zootechnie cités plus haut. Je crois avoir démontré que le type des premières n'a pas subi la moindre variation depuis qu'on les observe, c'est-à-dire depuis la plus haute antiquité connue; et l'on sait maintenant, d'après les nouvelles

recherches, que cela remonte loin dans le temps; quant aux autres, il me suffira, j'espère, de rappeler mes diverses Notes sur la variabilité des métis, confirmatives des expériences de MM. Decaisne, Naudin, Rogron, sur les végétaux. Ces prétendues races nouvelles, il me semble l'avoir prouvé, n'ont aucun des caractères qui puissent faire admettre leur réalité. Elles ont été affirmées sans vérification ni contrôle scientifique, absolument comme celle des bœufs *niata*, à laquelle j'arrive maintenant.

» M. Dareste persiste à soutenir qu'elle a existé dans l'Amérique du Sud. A l'autorité des noms qu'il avait invoqués, il joint celle des textes, et il prétend que « c'est dépasser évidemment toutes les bornes du doute scien- » tifique, » de nier l'existence de cette race quand elle est attestée par deux naturalistes aussi éminents que MM. Lacordaire et Darwin. Il me sera permis de m'étonner d'un tel mode d'argumentation, à une époque où, dans les matières scientifiques, l'autorité des faits est fort heureusement seule valable. Je ne mets pas en doute la véracité de MM. Lacordaire et Darwin, quant aux faits qu'ils ont observés dans les pampas et dans la province de Buénos-Ayres, visitées par eux en naturalistes voyageurs. Ils y ont assurément vu quelques-uns de ces bœufs appelés *niata* par les Espagnols. Mais ce n'est point de cela qu'il s'agit. Les textes, que je connais d'ailleurs fort bien, car, ainsi que je l'ai déjà dit, on les trouve partout, prouvent précisément que ces éminents naturalistes ont dû s'en rapporter à de simples assertions, recueillies par des voies très-indirectes, pour attester l'existence d'une race *niata*. Je n'engagerai personne, voulant faire de la science sérieuse, à procéder ainsi. Ces assertions sont formellement contredites par M. le Dr Martin de Moussy, qui, au moment où il en parlait à la Société d'Anthropologie, n'avait pas seulement, comme l'a dit M. Dareste, fait une simple visite toute récente dans la Confédération argentine, mais qui a habité le pays pendant de longues années, et l'a décrit après l'avoir parcouru nombre de fois dans tous les sens. Elles sont contredites par M. Vavasseur, qui, de son côté, a résidé de 1842 à 1855 dans une campagne de la République orientale de l'Uruguay, précisément dans le temps où les observations de Darwin ont été faites et ses renseignements recueillis. On lui a parlé de la race des bœufs *niata*, sans doute par ouï-dire. C'est comme si l'on voulait fonder une détermination scientifique des races animales sur les inscriptions des catalogues de nos concours régionaux.

» Le fait devant lequel, d'après M. Dareste, toute mon argumentation doit tomber n'est donc pas encore établi, et je suis par conséquent en droit de le considérer comme demeurant debout. »

M. **Tonnet** adresse un Mémoire « sur l'origine et la formation des gisements carbonifères. »

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Combes, Daubrée.)

M. **Frémaux** adresse, pour le concours du prix Bréant, un certain nombre de publications relatives au choléra, avec le Résumé des recherches faites par lui de 1832 à 1867.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Trémaux** demande que le Mémoire présenté par lui le 8 avril « sur la cause des courants maritimes » soit renvoyé à la même Commission que ses autres travaux.

Ce Mémoire sera renvoyé, comme les autres communications récemment adressées par le même auteur, à une Commission composée de la Section d'Astronomie.

## CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le LVI[e] volume des brevets d'invention pris sous l'empire de la loi de 1844.

GÉOMÉTRIE. — « M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de *M. Cremona*, de deux ouvrages écrits en italien.

» Le premier est intitulé : *Préliminaires d'une théorie géométrique des surfaces;* l'auteur présente une analyse sommaire, intéressante, des recherches que l'on a faites jusqu'à ce jour sur la théorie des surfaces.

» En parlant des surfaces *gauches* (engendrées par une droite), il rappelle que M. Clebsch a divisé en *genres* les courbes planes. Le *genre* d'une courbe est ce qui lui manque de points doubles pour avoir le maximum que comporte l'ordre de la courbe. Ainsi une courbe d'ordre $m$, douée de $d$ points doubles, est du *genre* $\frac{(m-1)(m-2)}{2} - d$. C'est le nombre qui a été appelé *deficiency*, ou *défaut*, par M. Cayley dans une Note *sur la correspondance de deux points sur une courbe*, présentée à l'Académie dans notre séance du 12 mars 1866.

» M. Cremona appelle courbes *projectives point par point* (*punteggiate pro-*

*jettivamente*) deux courbes d'ordres quelconques dont les points se correspondent un à un respectivement. Il démontre par un raisonnement purement géométrique que *deux courbes projectives point par point, quelconques, sont toujours du même genre;* théorème important que M. Clebsch avait démontré analytiquement (1). M. Cremona étend cette distinction en *genres* aux surfaces réglées. Il appelle *genre* d'une surface celui de l'une quelconque de ses sections planes.

» Le second ouvrage de M. Cremona est intitulé : *Représentation de la surface de Steiner et des surfaces gauches du troisième ordre sur un plan.* C'est un mode de transformation ou de correspondance entre les points de la surface et les points d'un plan. Ce Mémoire fait suite à un premier Mémoire de l'auteur sur la surface de Steiner, inséré dans le *Journal de Crelle* (t. LXIII, p. 315-328) en 1864. Cette surface jouit, comme on sait, de la propriété caractéristique que chacun de ses plans tangents la coupe suivant deux coniques. Le point de contact est un des quatre points d'intersection de ces deux courbes; les trois autres se trouvent toujours sur trois droites fixes qui concourent en un même point, et sont trois lignes doubles de la surface. L'illustre géomètre de Berlin, dont cette surface porte le nom, en avait conçu la génération sans en rien publier. Mais heureusement il en avait entretenu M. Weierstrass, il y a près de vingt-cinq ans. M. Kummer, en étudiant d'une manière générale les surfaces du quatrième ordre sur lesquelles se peuvent tracer des sections coniques, dans un Mémoire communiqué le 16 juillet 1863 à l'Académie de Berlin, en trouva une, que chaque plan tangent coupe suivant deux coniques, et dont il donna l'équation. M. Weierstrass lui fit connaître alors le mode de description de cette même surface que lui avait communiqué Steiner, et, dans une Note lue le même jour à l'Académie de Berlin, donna aussi, sous une autre forme, une équation de la surface. Cette communication fut bientôt suivie d'un Mémoire de M. Schröter, lu à la même Académie, en novembre 1863 (2). Peu de temps après parut le premier Mémoire de M. Cremona; puis une Note de M. Cayley (3).

» Depuis, M. Moutard a fait connaître deux propriétés fort simples de la surface : 1° que *la surface est le lieu d'un point, dont les distances à quatre plans fixes ont entre leurs racines carrées une relation homogène du premier*

---

(1) *Journal de Crelle*, t. LXIV, 1865: *Ueber die Singularitäten der algebraischer Curven.*

(2) Les Mémoires de MM. Kummer, Weierstrass et Schrœter se font suite dans le *Journal de Crelle*, t. LXIV, p. 66-94.

(3) *Journal de Crelle*, t. LXIV, p. 172.

*degré*; 2° que *la surface est l'enveloppe d'un plan dont les distances à quatre points fixes ont entre leurs valeurs inverses une relation homogène du premier degré* (1).

» Enfin, M. de la Gournerie ayant considéré, dans ses *Recherches sur les surfaces réglées tétraédrales symétriques*, un genre de surfaces non réglées qu'il a appelées surfaces *tétraédrales symétriques simples* (p. 225-234), parce qu'elles jouissent de propriétés symétriques par rapport aux faces, aux sommets et aux arêtes d'un tétraèdre, a fait remarquer que la surface de Steiner était une variété de cette famille de surfaces générales.

» L'équation de ces surfaces est

$$\left(\frac{x}{a}\right)^m + \left(\frac{y}{b}\right)^m + \left(\frac{z}{c}\right)^m + \left(\frac{w}{d}\right)^m = 0;$$

$x, y, z, w$ étant les distances d'un point de la surface aux quatre faces du tétraèdre, et la puissance $m$ pouvant être entière, fractionnaire, positive ou négative. L'équation est celle de la surface de Steiner dans le cas de $m = \frac{1}{2}$. Si l'une des faces du tétraèdre est à l'infini, l'équation des surfaces devient $\left(\frac{x}{a}\right)^m + \left(\frac{y}{b}\right)^m + \left(\frac{z}{c}\right)^m = 1$.

» Cette équation nous rappelle que dans un ouvrage de sa jeunesse (2), notre confrère, M. Lamé, avait signalé à l'attention des géomètres les courbes et les surfaces exprimées par une équation de cette forme. Il a fallu un demi-siècle pour que ces surfaces reparussent dans l'ouvrage de M. de la Gournerie. On trouverait bien d'autres exemples d'une telle lenteur dans certaines parties de la science. C'est ainsi que la question du nombre des coniques tangentes à cinq coniques données, qui n'a été résolue que dans ces dernières années (3), avait été proposée dès l'année 1818 par M. Gergonne, dans ses *Annales de Mathématiques* (t. VIII, p. 284), qui, même, l'avait reproduite trois ans après (t. XI, p. 220). »

CHIMIE. — *Sur l'indium*. Note de **M. Th. Richter**, présentée par M. Fremy.

« L'indium se trouve spécialement dans les blendes de Freiberg : on en rencontre également dans quelques blendes d'autres provenances. Lors-

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, t. II, p. 66; mars 1865.

(2) *Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de Géométrie.* Paris, in-8°; 1818.

(3) Voir *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 308, année 1864.

qu'on distille la blende, l'indium passe avec le zinc : 100 kilogrammes de blende de Freiberg contiennent de 25 à 40 grammes d'indium.

» Pour extraire l'indium, on dissout le zinc dans l'acide sulfurique ou dans l'acide chlorhydrique; le résidu qui contient encore du zinc renferme l'indium et différents autres métaux (fer, manganèse, cuivre, étain, plomb). On dissout ce résidu dans l'acide nitrique; et l'on évapore la solution, mélangée avec de l'acide sulfurique, et l'on fait ensuite passer dans la solution étendue et faiblement acide un courant d'hydrogène sulfuré, qui précipite presque complétement l'indium avec le cadmium et le cuivre.

» On dissout le précipité dans l'acide chlorhydrique, on précipite la solution par l'ammoniaque, et l'on répète ce traitement jusqu'à ce que tout le cadmium et le zinc soient séparés de l'indium. En dernier lieu, on éloigne les faibles quantités de fer encore mélangées à l'indium, à l'aide d'une précipitation partielle par l'ammoniaque et le carbonate de soude.

» On réduit par l'hydrogène ou par le gaz d'éclairage l'oxyde d'indium desséché et placé dans un creuset de porcelaine, et l'on fond le métal dans une couche de cyanure de potassium.

» Le métal est blanc; sa nuance se rapproche de celle du platine; il est extrêmement mou et ductile; sa densité à 20 degrés centigrades = 7,15; son équivalent rapporté à l'hydrogène = 35,9.

» L'oxyde hydraté est complétement précipité de ses solutions par l'ammoniaque et par la potasse; la présence de l'acide tartrique s'oppose à cette précipitation.

» L'oxyde chaud est brun foncé, et, lorsqu'il est refroidi, il devient jaune paille. L'hydrogène sulfuré précipite extrêmement peu d'indium d'une solution de ce métal dans les acides concentrés; de ses solutions très-étendues et peu acides, l'indium est en grande partie précipité : la précipitation est complète dans la solution acétique.

» Le sulfure d'indium est d'une belle couleur jaune, comme le sulfure de cadmium.

» Les sels d'indium sont incolores; le chlorure, qu'on obtient en faisant passer un courant de chlore sur l'oxyde chauffé, est extrêmement volatil; il donne des lamelles cristallines incolores; ce sel est extraordinairement hygroscopique.

» Le spectre de l'indium, qui a conduit à la découverte du métal, offre deux raies : l'une intense, d'un bleu foncé, l'autre plus faible, dans la région violette. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode universelle pour réduire et saturer d'hydrogène les composés organiques.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Bertrand. (Fin.)

5e PARTIE. — MATIÈRES CHARBONNEUSES.

« L'action réductrice de l'acide iodhydrique s'étend jusqu'aux matières charbonneuses, et reproduit les carbures saturés qui correspondent aux principes dont ces matières représentent les dérivés polymériques.

» 1. *Bitumène.* — J'ai désigné sous ce nom le dernier carbure pyrogéné, formé par la condensation de la benzine (1). C'est un corps noirâtre, solide, à peu près insoluble dans tous les dissolvants, etc. Chauffé à 275 degrés, avec 100 parties d'hydracide, le bitumène se transforme en grande partie (70 centièmes); il produit de l'hydrure d'hexylène, $C^{12}H^{14}$, et un carbure oléagineux, presque fixe, que les acides nitrique fumant, sulfurique fumant, leur mélange, le brome enfin n'attaquent pas à froid : c'est un carbure forménique ($C^{36}H^{38}$ ou $C^{48}H^{50}$?). Cependant 100 parties d'hydracide ne suffisent pas pour obtenir une réaction totale : un tiers environ du bitumène avait résisté dans mon expérience, et il s'était régénéré une trace de benzine (2).

» 2. *Ulmine.* — Ce composé renferme trois éléments. Je l'ai préparé en faisant bouillir le sucre de canne avec l'acide chlorhydrique concentré. Il représente un dérivé polymérique des sucres, c'est-à-dire un corps dont le carbone est multiple de 12. Chauffée avec 100 parties d'hydracide, l'ulmine s'est changée presque entièrement en carbures forméniques. Le principal bout vers 200 degrés et répond à la formule $C^{24}H^{26}$ : il se forme aussi, en quantité notable, un carbure oléagineux de la même famille, volatil seulement au rouge sombre ($C^{48}H^{50}$?).

» 3. *Bois.* — Les principes qui constituent le bois peuvent être envisagés comme des dérivés polymériques des sucres. Traité par l'acide iodhydrique, le bois fournit, en effet, les mêmes produits que l'ulmine : hydrure de didécylène, fort abondant, $C^{24}H^{26}$; carbure forménique, oléagineux, peu volatil ($C^{48}H^{50}$?); hydrure d'hexylène, $C^{12}H^{14}$.

» 4. *Charbon de bois.* — J'ai choisi des fragments bien noirs, et carbo-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1866; 4e série, t. IX, p. 459.

(2) J'ai omis de signaler, dans la 3e partie, le changement du phénol en benzine, sous l'influence ménagée de 20 parties d'hydracide.

nisés jusqu'au centre, de ce charbon de fusain, léger et poreux, employé pour le dessin des esquisses. Avec 100 parties d'hydracide, le charbon de bois s'est changé, en majeure partie (70 centièmes), en carbures forméniques, identiques à ceux que fournit le bois, savoir, le carbure $C^{24}H^{26}$, produit principal; un carbure forménique, oléagineux, presque fixe; enfin un peu d'hydrure d'hexylène, $C^{12}H^{14}$. Un tiers environ du charbon avait résisté, en formant un produit plus hydrogéné et voisin des bitumes.

» 5. *Houille.* — La houille se comporte comme l'ulmine et le charbon de bois. Avec 100 parties d'hydracide, elle a fourni 60 centièmes (1) de divers carbures forméniques (2), dont le mélange distille depuis 70 degrés jusqu'au rouge sombre. Il restait un tiers environ de la houille non transformée; mais cette portion avait pris les propriétés des bitumes.

» Le charbon de bois et la houille, malgré l'analogie de leurs apparences avec celles du carbone, représentent donc certains principes définis, dérivés polymériques des principes qui constituent la fibre végétale, c'est-à-dire en réalité dérivés polymériques des sucres. Malgré l'intervalle qui sépare les dérivés de leurs générateurs, ils peuvent encore être saturés d'hydrogène et ramenés à l'état de carbures forméniques. *Dans cette expérience, le charbon de bois et la houille sont changés en huile de pétrole.*

» Cependant je suis convaincu qu'une calcination plus forte rendrait ce changement de plus en plus difficile, en rapprochant le charbon de l'état du carbone. En effet, le charbon de bois cesse d'être attaqué par l'hydracide, lorsqu'il a été dépouillé complétement d'hydrogène, ce qui peut être réalisé à l'aide du chlore, au rouge. Le graphite naturel, non purifié, et l'oxyde de carbone, résistent également au réactif. Mais, à l'état sec et au rouge naissant, il métamorphose le sulfure de carbone en gaz des marais :

$$C^2S^4 + 8HI = C^2H^4 + 2H^2S^2 + 4I^2.$$

» 6. *Carbone pur.* — Enfin j'ai réussi, à l'aide de deux réactions successives, opérées par voie humide, à transformer le carbone pur en carbures d'hydrogène. Voici comment. J'ai observé que le carbone pur, tel qu'il peut être obtenu en traitant le charbon de fusain par le chlore, au rouge blanc, a la propriété de se dissoudre lentement à 80 degrés, dans l'acide nitrique : il donne naissance à un composé brun, extractif, et que je n'avais

---

(1) La houille mise en expérience appartient aux espèces qui fournissent 4 à 5 centièmes de goudron. Les carbures forméniques dérivent donc de la matière charbonneuse elle-même.

(2) Mêlés avec une petite quantité de benzine.

pas réussi jusqu'à présent à ramener par des réactions à l'état de quelque principe organique déjà connu. Or, l'action de l'acide iodhydrique produit l'effet voulu. Elle change le composé précédent en carbures forméniques, $C^{2n}H^{2n+2}$, analogues à ceux que fournit le bois (1). J'ai pu caractériser ces carbures d'une manière générale, mais non les étudier encore en détail, faute de matière. Quoi qu'il en soit, cette expérience fournit, je crois, le premier exemple de la formation d'un carbure d'hydrogène réalisée avec le carbone, au-dessous de 275 degrés et par voie humide.

» Les résultats que je viens d'exposer sont susceptibles de nombreuses conséquences, soit dans le domaine de la théorie pure, soit dans celui des applications. Je demande la permission d'en signaler quelques-unes.

» Je rappellerai d'abord un problème géologique fort controversé, celui de l'origine des pétroles. On sait que les pétroles américains sont principalement formés par ces mêmes carbures saturés d'hydrogène, dérivés ultimes de tous les principes organiques dans mes expériences. La formation des pétroles, dans la nature, ne doit-elle pas être attribuée à quelque réaction analogue à celles que j'ai observées, soit que la houille et les débris organiques enfouis dans les profondeurs du sol éprouvent quelque part l'influence réductrice de l'eau et des métaux alcalins, agissant simultanément, soit peut-être même que ces débris organiques soient réduits par l'hydrogène sulfuré? Ils seraient ainsi ramenés à l'état de pétroles, de la même manière que le bois, l'ulmine, le charbon de bois, la houille, dans mes expériences. Les boghead eux-mêmes ne sont pas sans analogie avec les produits que j'ai obtenus dans la réduction incomplète de la houille.

» On peut encore admettre comme point de départ l'acétylène, engendré par les réactions successives de l'acide carbonique, des métaux alcalins et de la vapeur d'eau, cet acétylène étant changé en polymères par la chaleur, et ces derniers transformés à leur tour en carbures saturés, par une action ultérieure de l'eau et des métaux alcalins. Une telle suite de réactions serait également pareille à celles que j'ai réalisées.

» Je me borne à soumettre ces hypothèses aux géologues. Que l'on adopte pour les pétroles l'une ou l'autre des origines que je viens de signaler, on est conduit à concevoir la possibilité d'une formation indéfinie de ces carbures, soit qu'on les rapporte à une origine organique, et en raison de la masse énorme des débris enfouis à des profondeurs inacces-

---

(1) Je pense que l'acide graphitique de M. Brodie se comportera d'une manière semblable.

sibles, soit qu'on les rapporte à une origine purement minérale, et en raison du renouvellement incessant des réactions génératrices.

» Au point de vue de la philosophie chimique, les expériences présentes fournissent une méthode analytique d'une extrême généralité, et capable de résoudre une multitude de problèmes réputés jusqu'ici difficiles ou insolubles. Elles conduisent également à une théorie générale des carbures d'hydrogène, que la place me manque pour développer ici. Enfin, elles établissent le passage des carbures benzéniques et pyrogénés, dérivés de l'acétylène, aux carbures forméniques, générateurs des corps gras proprement dits. Elles donnent par là à la méthode synthétique directe une portée illimitée. On en jugera par le tableau suivant :

*Méthode synthétique directe.*

» Le carbone et l'hydrogène libres forment l'acétylène, $C^4H^2$.

» L'acétylène et l'hydrogène forment successivement l'éthylène, $C^4H^4$, et l'hydrure d'éthylène, $C^4H^6$.

» L'acétylène libre, étant condensé, forme la benzine, $C^{12}H^6$.

» La benzine libre et l'hydrogène naissant forment l'hydrure d'hexylène, $C^{12}H^{14}$.

» L'acétylène et la benzine libres forment le styrolène, $C^{16}H^8$.

» Le styrolène libre et l'hydrogène naissant forment l'hydrure d'octylène, $C^{16}H^{18}$.

» L'acétylène et le styrolène libres forment l'hydrure de naphtaline, $C^{20}H^{10}$, et la naphtaline, $C^{20}H^8$.

» La naphtaline libre et l'hydrogène naissant forment l'hydrure de décylène, $C^{20}H^{22}$.

» La benzine et le styrolène libres forment l'anthracène, $C^{28}H^{10}$.

» L'anthracène libre et l'hydrogène naissant forment l'hydrure de tétradécylène, $C^{28}H^{30}$, etc., etc.

» Ajoutons que les carbures forméniques et benzéniques sont les générateurs des séries grasse et aromatique, et nous verrons d'un coup d'œil comment la synthèse de l'acétylène, ses condensations successives et ses hydrogénations fournissent la base la plus directe et la plus générale à la formation par les éléments de tous les composés organiques. »

PHYSIQUE. — *Sur les températures élevées obtenues par la combustion du gaz d'éclairage.* Note de **M. A. Perrot**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« .... Depuis que j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats que j'avais obtenus en janvier 1866 (1), j'ai dû rendre mon fourneau industriel, c'est-à-dire lui donner une forme et un mode de réglage qui permît d'en faire usage sans aucune notion théorique. J'ai terminé maintenant cette partie de mon travail; le résultat a dépassé mon attente, puisque j'arrive à fondre, dans des fourneaux pour creusets n° 12 ou 13, et par conséquent petits, ce qui est défavorable, 5 kilogrammes de cuivre rouge en brûlant 1500 litres de gaz. Pour 5 kilogrammes d'or à 0,750 il faut 400 litres. Les fourneaux peuvent être construits dans toutes les dimensions et pour tous les creusets en usage dans l'industrie, la canalisation du gaz et les dimensions comme les prix des compteurs étant les seuls obstacles.

» Je commence maintenant la seconde partie de mes recherches : c'est l'application du même principe à des appareils de laboratoire. Il suffit pour cela de modifier les conditions de tirage. Je suis arrivé à la fusion du nickel sans rien changer à la disposition de l'appareil, sauf le tirage. Je puis, en changeant la forme du brûleur, chauffer les moufles aux températures les plus élevées.... »

**M. Gouezel** adresse la description d'un siphon particulier, destiné au transvasement des liquides délétères et corrosifs, et auquel il donne le nom de « conduite barométrique ».

**M. de la Nux** adresse de Saint-Paul (île de la Réunion) une Note relative à la théorie des marées.

La séance est levée à 5 heures un quart. C.

---

(1) *Comptes rendus*, 1866, t. LXII, p. 148.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 avril 1867, les ouvrages dont les titres suivent :

Descrizione... *Description du météorographe de l'Observatoire du Collége romain; par* le P. A. Secchi. Rome, 1866; in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal lombard des Sciences et des Lettres, Classe des Sciences mathémaiiques et naturelles,* t. X, 3e fascicule. Milan, 1866; in-4°.

Solenni... *Réunion solennelle de l'Institut royal lombard des Sciences et des Lettres, séance du 7 août* 1866. Milan, 1866; in-8°.

Annuario... *Annuaire de l'Institut royal lombard des Sciences et des Lettres pour* 1866. Milan, 1866; in-12.

Atti... *Actes de la fondation scientifique Cagnola,* t. IV, 1re, 2e et 3e parties. Milan, 1866; 3 br. in-8°.

Sulla... *Sur la vinification,* Mémoire *par* le prof. Fr. Dini. Milan, 1865; br. in-8°.

Observacion... *Observatoire royal de Madrid. Observation de l'éclipse de soleil du* 6 *mars* 1867. Madrid, 1867; br. in-8°.

Untersuchungen... *Recherches sur les modifications musculaires dépendantes de changements dans les gaz que renferment les muscles; par* M. L. Hermann. Berlin, 1867; in-8°. (Adressé pour le concours Montyon, Physiologie expérimentale.)